RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA
(rapporto finale)
secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente
Nome
Indirizzo

Edificio / ***condominio***
Descrizione
Indirizzo

Studio tecnico
Nome
Indirizzo

Software di calcolo
Data di redazione del documento

SOMMARIO

1 PREMESSA

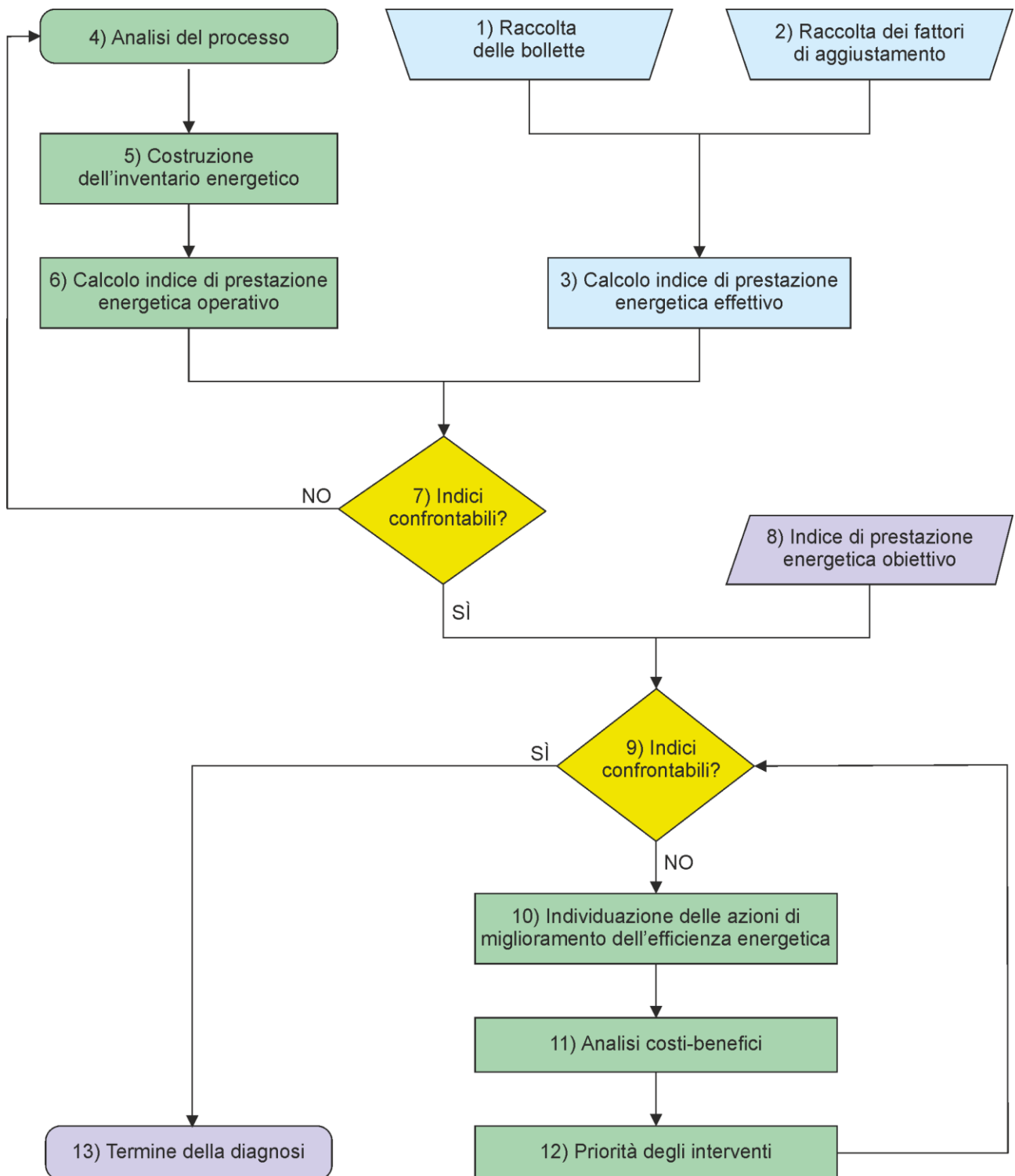
Per "diagnosi energetica" di un edificio si intende, in conformità al DLgs 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un'adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate. La diagnosi energetica di un edificio può essere diretta, in generale, a differenti scopi, quali una riqualificazione energetica, un'analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge (es. sostituzione di un generatore di potenza superiore ad 1 kW_t, distacco dall'impianto termico centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore).

Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definite dalla norma UNI CEI EN 16247. In particolare la norma è la traduzione italiana della corrispondente norma europea e si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tale norma, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l'analisi energetica dell'edificio (volta a fornirne un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l'edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l'individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell'esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

Metodologie di calcolo

L'analisi energetica dell'edificio consiste nell'individuazione dei flussi di energia relativi al fabbricato (involucro edilizio) ed agli impianti (sistemi tecnologici dedicati ai differenti servizi). Presupposto di tale analisi è l'esecuzione di un accurato rilievo. Occorre però mettere in evidenza una profonda differenza, dal punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi. Se infatti lo scopo dei calcoli di certificazione è quello di definire indicatori di riferimento, volti a "contrassegnare" gli edifici ed a consentirne il confronto, l'obiettivo primario di una diagnosi è la costruzione di un modello di calcolo affidabile, finalizzato all'individuazione dei consumi effettivi ed alla modellazione delle possibili opere di efficientamento. Ne consegue che, in caso di certificazione, occorre attenersi a metodologie ben circoscritte nonché strettamente normate. In particolare, le metodologie di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici sono ad oggi definite dai decreti attuativi della Legge 90/13, vale a dire i DM 26.06.15, secondo i quali il pacchetto normativo di riferimento è costituito dalla specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN ad esse correlate. In caso invece di diagnosi, pur costituendo le UNI/TS 11300 il metodo di base ed un punto di riferimento, ci si avvale di un calcolo più "libero", il quale si discosta, ove necessario, da esse in virtù dell'obiettivo primario perseguito, vale a dire la comprensione delle ragioni dei consumi effettivi. I differenti scopi ed approcci dei calcoli finalizzati alla certificazione ed alla diagnosi sono inoltre espressi ed enfatizzati dall'adozione di differenti opzioni ed impostazioni. Il calcolo delle prestazioni energetiche può essere infatti condotto secondo tre differenti modalità di valutazione, come definite dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 (prospetto 2): A1 (di progetto), A2 (standard) ed A3 (adattata all'utenza). Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell'APE, si fondano sull'adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell'edificio.

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica

2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La presente diagnosi energetica ha come oggetto un edificio così identificato:

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	
Comune	
Provincia	
CAP	
Indirizzo edificio	
Zona climatica	
Gradi giorno DPR 412/93 ($GG_{DPR\ 412/93}$) [gg]	
Categoria prevalente (DPR 412/93)	
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	
Numero di fabbricati	
Periodo di costruzione	
Scopo / contesto della diagnosi energetica	
Riferimento	

Descrizione sintetica dell'edificio

Immagine edificio

Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}		m^2
Superficie lorda	S_{lorda}		m^2
Volume netto	V_{netto}		m^3
Volume lordo	V_{lordo}		m^3
Fattore di forma	S/V		m^{-1}

L'edificio è provvisto, nel suo stato di fatto, dei seguenti servizi energetici ed impianti:

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H_{idr})	*Centralizzato / autonomo*	-
Acqua calda sanitaria (W)	*Centralizzato / autonomo*	*Combinato / separato*
Raffrescamento (C)	*Centralizzato / autonomo*	-
Ventilazione (V)	*Centralizzato / autonomo*	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	*Centralizzato / autonomo*	*Combinato / separato*
Illuminazione (L)	*Considerato / non considerato*	-
Trasporto di persone o cose (T)	*Considerato / non considerato*	-
Solare termico (ST)	*Centralizzato / autonomo*	-
Solare fotovoltaico (SF)	*Centralizzato / autonomo*	-

Le prestazioni energetiche dell'edificio sono, nello stato di fatto, così riassumibili:

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{gl,nren}$		kWh_p/m^2anno
Classe energetica			
Spesa globale annua	S_{gl}		€/anno

Sono stati individuate le seguenti possibili opere di risparmio energetico (raccomandazioni), articolate in differenti scenari. Ciascuno scenario si articola a sua volta in più interventi.

Raccomandazioni

Scenario	*n*	**Descrizione scenario**	*Scenario n*	
Intervento	**Descrizione intervento**			**Costo (C) [€]**
1	*Intervento 1*			
2	*Intervento 2*			
n	*Intervento n*			
Parametri di valutazione	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ**	**%**
Costo complessivo scenario (C) [€]			-	
Spesa globale annua (S_{gl}) [€/anno]				
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]			-	
$EP_{gl,nren}$ [kWh_p/m^2anno]				
Classe energetica			-	

Le opere di risparmio energetico verranno descritte, nel dettaglio, al capitolo 6.

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

La procedura di diagnosi energetica richiede una valutazione dell'edificio nel suo complesso, tenuto conto di tutti i servizi energetici ed impianti in esso presenti (progetto di linee guida CTI, punto 1).

Rilievo dell'edificio
Il rilievo delle caratteristiche dell'edificio è stato effettuato con riferimento sia alle strutture disperdenti esterne sia ai sottosistemi impiantistici.

Software di calcolo
I software di calcolo adottati sono EC700 v.11 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 46) ed EC720 v.6 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo
L'analisi è stata eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating). La modalità di valutazione A3 si basa sulle condizioni effettive di utilizzo (tenendo conto, ad esempio, di aspetti quali la stagione di calcolo reale, il regime di funzionamento dell'impianto ed il fattore di contabilizzazione). La modalità di valutazione A2 (Asset Rating), così come la modalità di valutazione A1 (Design Rating), si basa invece sulle condizioni standard (adozione di valori convenzionali o tabulati). La valutazione A3 può discostarsi in modo più o meno marcato dalla valutazione A2 secondo lo scopo ed in base alla discrezione ed esperienza del progettista (al limite le due modalità di valutazione possono coincidere). Si riassumono, nel prospetto seguente, le principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3.

Prospetto 1 Principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3

Parametro	A1 / A2	A3
Dati climatici	Convenzionali	Convenzionali / reali
Fattori di ombreggiatura	Convenzionali	Convenzionali / analitici / forfettari
Apporti interni	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature interne	Convenzionali	Convenzionali / reali
Umidità relativa interna	Convenzionale	Convenzionale / reale
Ricambi d'aria	Convenzionali	Convenzionali / reali
Stagione di riscaldamento	Convenzionale	Convenzionale / reale / nota
Stagione di raffrescamento	Convenzionale	Reale / nota
Vicini	Presenti	Presenti / assenti
Regime di funzionamento impianto	Continuo	Continuo / intermittente
Fattore di contabilizzazione	Non considerato	Considerato / non considerato
Rendimento di emissione	Semplificato / analitico	Semplificato / analitico / misure
Rendimento di regolazione	Convenzionale	Convenzionale / corretto
Consumi di ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature reti di distribuzione ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Illuminazione	Ambienti interni	Ambienti interni ed esterni

***Principali impostazioni di calcolo adottate* (dati climatici, fabbricato, zone, locali ed impianti)**

Stagioni di calcolo

Energia invernale			
Stagione di riscaldamento			
Dal		Al	
Giorni di riscaldamento (n_{risc})			
Energia estiva			
Stagione di raffrescamento			
Dal		Al	
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})			

Fattori di conversione in energia primaria ed altri parametri

Vettore energetico	$f_{p,ren}$ [$kWh_p/kWh_{t/el}$]	$f_{p,nren}$ [$kWh_p/kWh_{t/el}$]	$f_{p,tot}$ [$kWh_p/kWh_{t/el}$]	f_{CO2} [$kg/kWh_{t/el}$]	c [$€/kWh_{el}$]
Energia elettrica da rete					
Solare termico				-	-
Solare fotovoltaico				-	-
Ambiente esterno (pompa di calore)				-	-
Energia esportata da fotovoltaico				-	-
Energia esportata da cogenerazione				-	-

Nota: i fattori di conversione dell'energia consegnata dai vettori energetici sono definiti dalla Tabella 1 del decreto "requisiti minimi" (DM 26.06.15). I fattori di conversione dell'energia elettrica esportata sono definiti dalla UNI/TS 11300-5, in vigore dal 29.06.16 (fino a tale data, si adottano invece quelli definiti dalla Raccomandazione CTI/14). Il costo dell'energia elettrica da rete è tratto dai prezzari correnti mentre i parametri relativi ai singoli combustibili verranno dettagliati, nel presente documento, in relazione a ciascun generatore.

Valori limite

I valori limite dei parametri energetici, da adottarsi come riferimento per la valutazione ed il giudizio sui valori calcolati, sono definiti, così come le classi energetiche, dai decreti attuativi della Legge 90/13 (i cosiddetti DM 26.06.15, afferenti, rispettivamente, ai requisiti minimi ed alle linee guida nazionali), in relazione allo specifico edificio ed attraverso i corrispondenti edifici di riferimento. Per "edificio di riferimento" si intende una sorta di edificio "gemello" di quello considerato, con il quale condivide determinate caratteristiche, caratterizzato, però, da valori predefiniti di taluni parametri (quali, secondo il caso, trasmittanze, efficienze impiantistiche, ecc.). I valori minimi della quota rinnovabile sono invece definiti dal DLgs n. 28/11 (allegato 3, comma 1). Si precisa che la classe energetica ed i valori limite indicati nel presente documento, da considerarsi quali un riferimento, si basano sul calcolo effettuato secondo la valutazione A3 quindi non coincideranno necessariamente con quelli calcolati, rispettivamente, ai fini dell'APE (valutazione A2) o del progetto (valutazione A1).

Simboli adottati

Nella presente relazione si adotteranno, per i parametri energetici ed i servizi, i seguenti simboli principali (in conformità alle specifiche tecniche UNI/TS 11300):

Legenda dei parametri energetici:			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
Legenda dei principali pedici:			
del	potenza o energia consegnata	em	emissione
p	energia primaria	reg	regolazione
out	uscita	du	distribuzione di utenza
in	ingresso	dp	distribuzione primaria
aux	ausiliari	gen	generazione
Legenda dei servizi:			
H_{idr}	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aeraulico)
H_{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)	V	Ventilazione
C_{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C_{aer}	Raffrescamento aeraulico (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici

Si sintetizzano di seguito le caratteristiche geografiche della località ed i principali dati climatici adottati nel calcolo. Si precisa che per "gradi giorno" si intende, in conformità alla norma UNI EN ISO 15927-6, la sommatoria degli scostamenti giornalieri tra la temperatura interna invernale ed esterna. In particolare, i gradi giorno "DPR 412/93" sono quelli definiti dal decreto ed utilizzati per la definizioni della zona climatica. I gradi giorno "calcolati" sono invece rappresentativi delle temperature esterne in corrispondenza della quali è stata condotta l'analisi energetica.

Caratteristiche geografiche

Comune			
Provincia			
Altitudine s.l.m.			m
Latitudine nord			
Longitudine est			
Gradi giorno DPR 412/93	$GG_{DPR412/93}$		gg
Zona climatica			
Regione di vento			
Direzione del vento prevalente			
Distanza da mare			km
Velocità del vento media	v_{media}		m/s
Velocità del vento massima	v_{max}		m/s
Temperatura esterna di progetto	$\theta_{e,des}$		°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale			W_t/m^2

Dati climatici (modello di calcolo)

Tipo di dati	

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]												
$H_{or,dir}$ [W/m²]												
$H_{or,diff}$ [W/m²]												

Legenda:
θ_{est} Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$ Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,diff}$ Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

4.2 Caratteristiche del fabbricato (involucro edilizio)

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto, su base mensile, per ciascuna zona termica. In particolare, secondo quanto indicato dalla UNI/TS 11300-1 (punto 12), ai fini delle prestazioni termiche del fabbricato ($Q_{H/C,nd,rif}$), ovvero l'energia utile, si considera la sola ventilazione naturale o "di riferimento" mentre, ai fini delle prestazioni energetiche dell'edificio ($E_{H/C,p}$), ovvero l'energia primaria, si considera la ventilazione meccanica o "effettiva", ove presente. Il fabbisogno complessivo dell'edificio si ottiene poi come sommatoria dei fabbisogni delle singole zone.

Calcolo invernale

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per riscaldamento ($Q_{H,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 1):

$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,r} + Q_{H,ve} - Q_{H,sol,op}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{H,int} + Q_{H,sol,w})$ [kWh_t]

dove:

$Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
$Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
$Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];
$Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t];
$\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];
$Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];
$Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Calcolo estivo

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per raffrescamento ($Q_{C,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 2):

$Q_{C,nd} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol,w}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,r} + Q_{C,ve} - Q_{C,sol,op})$ [kWh_t]

dove:

$Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_t];
$Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t];
$\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];
$Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
$Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
$Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];
$Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t].

4.2.1 Strutture disperdenti

Si descrivono di seguito le differenti strutture disperdenti costituenti il fabbricato raffrontandone le rispettive trasmittanze medie ai corrispondenti limiti di legge ed esplicitandone le dispersioni (invernali ed estive). Per ciascuna struttura verrà inoltre evidenziata la rispettiva incidenza sulle dispersioni totali. I valori limite sono costituiti, come prescritto dal DM 26.06.15 (appendice A), dalle trasmittanze del cosiddetto "edificio di riferimento". Per edificio di riferimento si intende un edificio identico a quello reale, per geometria ed ubicazione, ma contraddistinto da valori prefissati di determinati parametri. Si riporta inoltre una breve descrizione dei componenti finestrati ed opachi.

Descrizione sintetica dei componenti opachi

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{H,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{H,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{H,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
M1		*Muro 1*								
M2		*Muro 2*								
Mn		*Muro n*								
		Totale								

Pavimenti										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{H,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{H,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{H,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
P1		*Pavimento 1*								
P2		*Pavimento 2*								
Pn		*Pavimento n*								
		Totale								

Componenti finestrati										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{H,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{H,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{H,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
W1		*Finestra 1*								
W2		*Finestra 2*								
Wn		*Finestra n*								
		Totale								

Ponti termici						
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**Ψ [W_t/mK]**	**L_{tot} [m]**	**$Q_{H,tr}$ [kWh_t]**	**%**
Z1		*Ponte termico 1*				
Z2		*Ponte termico 2*				
Zn		*Ponte termico n*				
		Totale				

Legenda dei simboli:	
U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
S_{tot}	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L_{tot}	Lunghezza totale del ponte termico
$Q_{H,tr}$	Dispersioni per trasmissione
$Q_{H,r}$	Dispersioni per extraflusso
$Q_{H,sol,op}$	Apporti solari attraverso i componenti opachi
$Q_{H,sol,w}$	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:	
T	Verso l’esterno
G	Verso il terreno
U	Verso locali confinanti non climatizzati
N	Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini)
A	Verso locali a temperatura fissa
E	Da locale non climatizzato verso l’esterno
R	Da locale non climatizzato verso il terreno
D	Divisorio interno alla zona climatizzata

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{C,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
M1		*Muro 1*								
M2		*Muro 2*								
Mn		*Muro n*								
			Totale							

Pavimenti										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{C,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
P1		*Pavimento 1*								
P2		*Pavimento 2*								
Pn		*Pavimento n*								
			Totale							

Soffitti										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{C,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
S1		*Soffitto 1*								
S2		*Soffitto 2*								
Sn		*Soffitto n*								
			Totale							

Componenti finestrati										
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**S_{tot} [m^2]**	**$Q_{C,tr}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,r}$ [kWh_t]**	**%**	**$Q_{C,sol,op}$ [kWh_t]**	**%**
W1		*Finestra 1*								
W2		*Finestra 2*								
Wn		*Finestra n*								
			Totale							

Ponti termici						
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**Ψ [W_t/mK]**	**L_{tot} [m]**	**$Q_{C,tr}$ [kWh_t]**	**%**
Z1		*Ponte termico 1*				
Z2		*Ponte termico 2*				
Zn		*Ponte termico n*				
			Totale			

Legenda dei simboli:	
U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
S_{tot}	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L_{tot}	Lunghezza totale del ponte termico
$Q_{C,tr}$	Dispersioni per trasmissione
$Q_{C,r}$	Dispersioni per extraflusso
$Q_{C,sol,op}$	Apporti solari attraverso i componenti opachi
$Q_{C,sol,w}$	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:	
T	Verso l'esterno
G	Verso il terreno
U	Verso locali confinanti non climatizzati
N	Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini)
A	Verso locali a temperatura fissa
E	Da locale non climatizzato verso l'esterno
R	Da locale non climatizzato verso il terreno
D	Divisorio interno alla zona climatizzata

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**U_{media} [W_t/m^2K]**	**U_{limite} [W_t/m^2K]**	
					2015	**2021**
M1		*Muro 1*				
M2		*Muro 2*				
Mn		*Muro n*				

Pavimenti						
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**U_{media} [W_t/m^2K]**	**U_{limite} [W_t/m^2K]**	
					2015	**2021**
P1		*Pavimento 1*				
P2		*Pavimento 2*				
Pn		*Pavimento n*				

Soffitti						
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U [W_t/m^2K]**	**U_{media} [W_t/m^2K]**	**U_{limite} [W_t/m^2K]**	
					2015	**2021**
S1		*Soffitto 1*				
S2		*Soffitto 2*				
Sn		*Soffitto n*				

Componenti finestrati						
Cod.	**Tipo**	**Descrizione**	**U_w [W_t/m^2K]**	**$U_{w,limite}$ [W_t/m^2K]**		**U_g [W_t/m^2K]**
				2015	**2021**	
W1		*Finestra 1*				
W2		*Finestra 2*				
Wn		*Finestra n*				

Legenda dei simboli:	
U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U_{media}	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U_w	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U_g	Trasmittanza solo vetro

Legenda tipologie di componente:	
T	Verso l’esterno
G	Verso il terreno
U	Verso locali confinanti non climatizzati
N	Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini)
A	Verso locali a temperatura fissa
E	Da locale non climatizzato verso l’esterno
R	Da locale non climatizzato verso il terreno
D	Divisorio interno alla zona climatizzata

4.2.2 Principali risultati dei calcoli

Si riportano di seguito i risultati complessivi del calcolo, riguardanti l'intero edificio.

Energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$		kWh_t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$		kWh_t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$		kWh_t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$		kWh_t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$		kWh_t
Apporti interni	$Q_{H,int}$		kWh_t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$		kWh_t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd,rif}$		kWh_t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$		kWh_t/m^2
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$		kWh_t/m^2

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$		kWh_t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$		kWh_t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$		kWh_t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$		kWh_t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$		kWh_t
Apporti interni	$Q_{C,int}$		kWh_t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$		kWh_t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd,rif}$		kWh_t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$		kWh_t/m^2
Valore limite	$EP_{C,lim}$		kWh_t/m^2

4.3 Caratteristiche degli impianti

Si dettagliano di seguito le caratteristiche degli impianti di riscaldamento idronico ed acqua calda sanitaria, che sono l'oggetto, nell'analisi condotta, delle principali opere di risparmio energetico. In particolare, per ciascun sottosistema impiantistico, si effettua una sintesi dei dati principali. Ogni sottosistema è fonte sia di perdite termiche (in parte recuperate) sia di fabbisogni elettrici (anch'essi in parte recuperati sotto forma di calore). Scopo del calcolo è giungere, per ciascun servizio, alla determinazione dell'energia, termica o elettrica, consegnata dai singoli vettori energetici (ai fini del soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'edificio), ossia, in altri termini, alla quantificazione dei consumi, di combustibile ed energia elettrica. L'energia consegnata ed esportata (surplus) da ciascun vettore vengono poi convertite, attraverso appositi fattori, in energia primaria. L'energia primaria complessiva (E_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

$E_p = \Sigma_k (E_{del,k} \times f_{p,del,k}) - (E_{exp,k} \times f_{p,exp,k})$ [kWh_p]

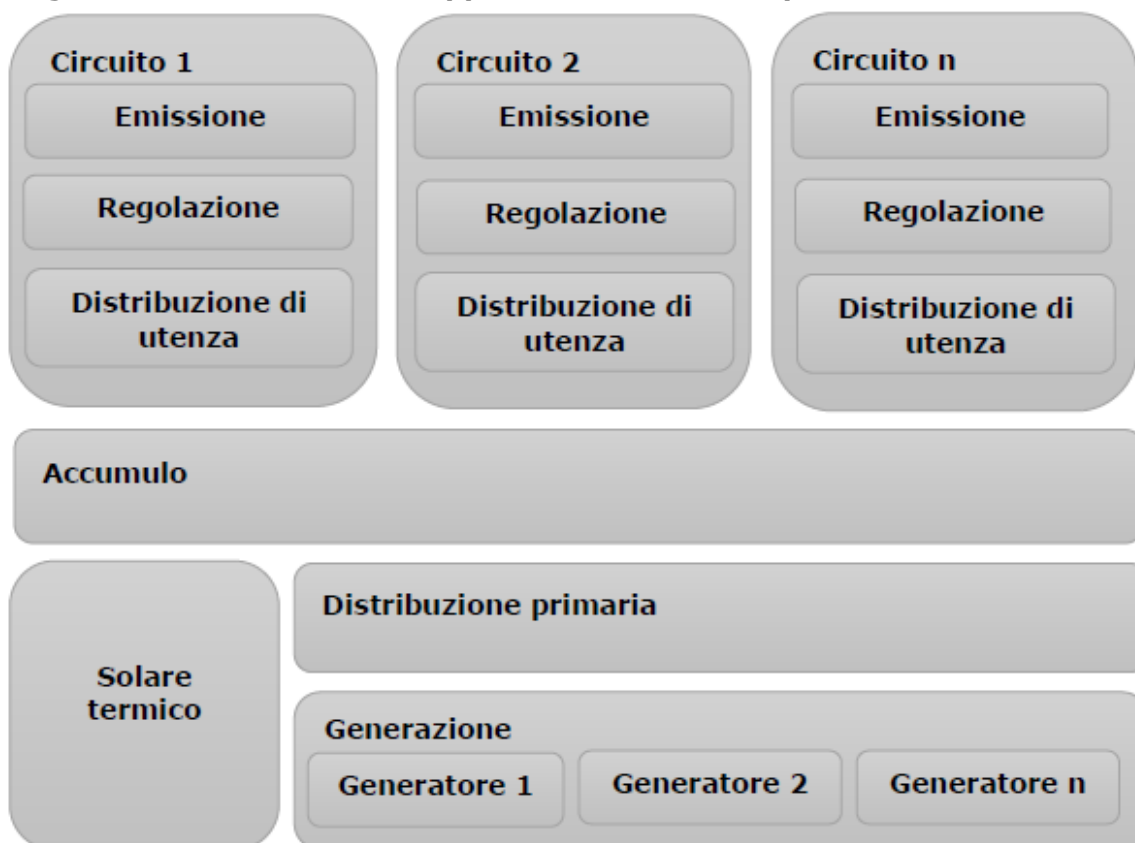
dove:

$E_{del,k}$ = energia consegnata dal singolo vettore energetico [$kWh_{t/el}$];
$f_{p,del,k}$ = fattore di conversione dell'energia consegnata dal singolo vettore [$kWh_p/kWh_{t/el}$];
$E_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];
$f_{p,exp,k}$ = fattore di conversione dell'energia esportata dal singolo vettore [kWh_p/kWh_{el}].

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso sotto riportato (figura 2). In particolare, l'impianto può essere costituito da uno o più circuiti di utenza (gruppi di locali aventi caratteristiche uniformi), a loro volta alimentati da uno o più generatori. In presenza di un impianto solare termico, quest'ultimo concorre al soddisfacimento del fabbisogno in ingresso all'accumulo. La presenza di un impianto solare fotovoltaico, così come di eventuali cogeneratori, fornisce invece un contributo al soddisfacimento del fabbisogno elettrico, dovuto alla generazione ed agli ausiliari.

Figura 2 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di riscaldamento

Circuito 1
Emissione
Regolazione
Distribuzione di utenza
Circuito 2
Emissione
Regolazione
Distribuzione di utenza
Circuito n
Emissione
Regolazione
Distribuzione di utenza
Accumulo
Solare termico
Distribuzione primaria
Generazione
Generatore 1
Generatore 2
Generatore n

Si riporta di seguito una discrezione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, nel caso di impianto centralizzato, un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	*Monocircuito / pluricircuito*
Fluido termovettore	*Acqua / aria*

Circuito n

Regime di funzionamento			
Emissione			
Tipologia			
Rendimento termico	$\eta_{H,idr,em}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$		kWh_{el}
Regolazione			
Tipologia			
Caratteristiche			
Rendimento termico	$\eta_{H,idr,reg}$		%
Distribuzione			
Metodo di calcolo			
Tipologia di impianto			
Rendimento termico	$\eta_{H,idr,du}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$		kWh_{el}
Temperature medie			
Tipologia di circuito			
(immagine circuito)			

Temperature medie	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]												
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]												

Accumulo

Ambiente			
Dispersione	k_{boll}		W_t/m^2
Rendimento termico	$\eta_{H,idr,s}$		%

Temperature medie	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
Accumulo ($\theta_{H,idr,s,avg}$) [°C]												
Ambiente ($\theta_{H,idr,s,a}$) [°C]												

Distribuzione primaria

Metodo di calcolo			
Rendimento termico	$\eta_{H,idr,dp}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari	$Q_{H,idr,dp,aux}$		kWh_{el}

Temperatura media	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
$\theta_{H,idr,dp,avg}$ [°C]												

Generazione

Configurazione centrale termica	*Generatori singoli / multipli*
Modalità di funzionamento	*Contemporaneo / alternato*
Con priorità	*Sì / no*

Generatore n - Tipologia di generatore

Dati generali			
Numero			
Tipologia			
Tipologia di pompa di calore			
Metodo di calcolo			
Marca / serie / modello			
Potenza utile nominale	Φ_n		kW_t
Immagine			
Dati aggiuntivi per pompa di calore (condizioni nominali)			
Coefficiente di prestazione	COP o GUE		-
Potenza utile	P_u		kW_t
Temperatura sorgente fredda	θ_f		°C
Temperatura sorgente calda	θ_c		°C
Dati aggiuntivi per cogeneratore (condizioni nominali)			
Potenza termica	Φ_{ter}		kW_t
Potenza elettrica	Φ_{el}		kW_{el}
Rendimento termico	η_{ter}		%
Rendimento elettrico	η_{el}		%
Fattore di allocazione termico	a_q		-
Fattore di allocazione elettrico	a_w		-
Rendimenti termici			
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen}$		%
Riscaldamento aeraulico	$\eta_{H,aer,gen}$		%
ACS	$\eta_{W,gen}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari			
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$		kWh_{el}
Riscaldamento aeraulico	$Q_{H,aer,gen,aux}$		kWh_{el}
ACS	$Q_{W,gen,aux}$		kWh_{el}
Vettore energetico			
Tipologia			
Potere calorifico inferiore	PCI		kWh_t/UM
Costo	c		€/UM
Fattore di emissione CO_2	f_{CO2}		kg/kWh_p
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal vettore energetico)			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-
Fattori di conversione in energia primaria (energia esportata da cogenerazione)			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-

Temperatura media	
Tipologia di circuito	
(immagine circuito)	

Temperatura media	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]												

Integrazione generatore n – Tipologia di integrazione

Tipologia			
Rendimenti termici			
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen}$		%
Riscaldamento aeraulico	$\eta_{H,aer,gen}$		%
ACS	$\eta_{W,gen}$		%
Vettore energetico			
Vettore energetico			
Potere calorifico inferiore	PCI		kWh_t/UM
Costo	c		€/UM
Fattore di emissione CO_2	f_{CO2}		kg/kWh_p
Fattori di conversione in energia primaria			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$		kWh_t
Fabbisogno dell'impianto idronico (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,nd}$		kWh_t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$		kWh_t
Fabbisogno ideale netto	$Q'_{H,nd}$		kWh_t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,nd,interm}$		kWh_t
Fabbisogno in uscita dall'emissione	$Q_{H,idr,em,out}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,idr,em,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,idr,reg,in}$		kWh_t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,idr,reg,in,cont}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,idr,du,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,idr,s,in}$		kWh_t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,idr,sol,out}$		kWh_t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,idr,sol,surplus}$		kWh_t
Contributo netto del solare termico (energia consegnata)	$Q_{H,idr,sol,out,net}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,idr,dp,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,idr,gen,circ,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia consegnata)	$Q_{H,idr,gen,in}$		$kWh_{t/el}$
Fabbisogno in uscita dalla generazione (energia prodotta)	$Q_{H,idr,gen,out}$		kWh_t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,idr,gen,out,RES}$		kWh_t
Fabbisogni elettrici			
Ausiliari emissione	$Q_{H,idr,em,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,idr,du,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,idr,dp,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari generazione	$Q_{H,idr,gen,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,idr,sol,aux}$		kWh_{el}
Energia elettrica assorbita dalla generazione	$Q_{H,idr,gen,in,el}$		kWh_{el}
Fabbisogno elettrico complessivo (generazione ed ausiliari)	$Q_{H,idr,el}$		kWh_{el}
Energia elettrica prodotta dal fotovoltaico (energia consegnata)	$Q_{H,idr,PV,out}$		kWh_{el}
Eccedenza del fotovoltaico (energia esportata)	$Q_{H,idr,PV,surplus}$		kWh_{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,idr,PV,out,net}$		kWh_{el}
Energia elettrica prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,idr,CG,out}$		kWh_{el}
Eccedenza della cogenerazione (energia esportata)	$Q_{H,idr,CG,surplus}$		kWh_{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,idr,CG,out,net}$		kWh_{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (energia elettrica da rete)	$Q_{H,idr,el,eff}$		kWh_{el}
Energia primaria			
Rinnovabile	$\mathbf{E_{H,idr,p,ren}}$		$\mathbf{kWh_p}$
Non rinnovabile	$\mathbf{E_{H,idr,p,nren}}$		$\mathbf{kWh_p}$
Totale	$\mathbf{E_{H,idr,p,tot}}$		$\mathbf{kWh_p}$

Riepilogo rendimenti

Rendimenti termici			
Emissione	$\eta_{H,idr,em}$		%
Regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$		%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,idr,du}$		%
Accumulo	$\eta_{H,idr,s}$		%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,idr,dp}$		%
Generazione	$\eta_{H,idr,gen,t}$		%
Globale medio stagionale	$\eta_{H,idr,g,t}$		%
Efficienza globale media stagionale	$\eta_{H,idr,g}$		%
Efficienze (riscaldamento idronico)			
Generazione	$\boldsymbol{\eta_{H,idr,gen}}$		**%**
Globale media stagionale	$\boldsymbol{\eta_{H,idr,g}}$		**%**
Efficienze (riscaldamento idronico ed aeraulico)			
Generazione	$\boldsymbol{\eta_{H,gen}}$		**%**
Globale media stagionale	$\boldsymbol{\eta_{H,g}}$		**%**
Valore limite	$\boldsymbol{\eta_{H,g,lim}}$		**%**

4.3.1.2 Integrazioni

Descrizione sintetica integrazioni

Per sistemi ad integrazione si intendono generatori (del tipo a biomassa o di altra tipologia) dedicati ad uno o più locali appartenenti ad una data zona (impianti autonomi aggiuntivi). Ciascun sistema ad integrazione è tale da soddisfare una determinata percentuale del fabbisogno ($Q'_{H,nd}$) dei locali serviti mentre la percentuale restante si considera applicata all'impianto principale. Ad ogni generatore ad integrazione corrisponde inoltre un proprio circuito di utenza, indipendente ed aggiuntivo rispetto ai circuiti dell'impianto principale.

Integrazione n

Dati generali			
Numero			
Tipologia		*Generatore a biomassa / rendimento noto*	
Zona di pertinenza		*Zona n*	
Locali serviti		*Locale 1, locale 2, locale n*	
Percentuale di copertura del fabbisogno	p		%
Rendimenti			
Emissione	η_{em}		%
Regolazione	η_{reg}		%
Distribuzione di utenza	η_{du}		%
Generazione	η_{gen}		%
Fabbisogni elettrici ausiliari			
Emissione	$Q_{em,aux}$		kWh_{el}
Distribuzione di utenza	$Q_{du,aux}$		kWh_{el}
Generazione	$Q_{gen,aux}$		kWh_{el}
Vettore energetico			
Tipologia			
Potere calorifico inferiore	PCI		kWh_t/UM
Costo	c		€/UM
Fattore di emissione CO_2	f_{CO2}		kg/kWh_p
Fattori di conversione in energia primaria			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

L'impianto di acqua calda sanitaria si articola, così come l'impianto di riscaldamento, in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso sotto riportato (figura 3). In particolare, l'impianto può essere costituito da una o più zone (a seconda che sia autonomo o centralizzato), a loro volta alimentate da uno o più generatori. Tra generazione ed utenze sono interposti ulteriori sottosistemi, ossia distribuzione primaria, ricircolo ed accumulo (quest'ultimo, secondo i casi, centralizzato o autonomo). La presenza di un impianto solare o fotovoltaico può fornire un contributo al soddisfacimento del fabbisogni, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.

Figura 3 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di ACS

Zona 1
Erogazione
Distribuzione di utenza
Accumulo autonomo
Zona 2
Erogazione
Distribuzione di utenza
Accumulo autonomo
Zona n
Erogazione
Distribuzione di utenza
Accumulo autonomo
Ricircolo
Accumulo centralizzato
Solare termico
Distribuzione primaria
Generazione
Generatore 1
Generatore 2
Generatore n

Si riporta di seguito una discrezione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, in caso di impianto centralizzato, un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

<u>Descrizione sintetica dell'impianto di ACS</u>

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$		kWh_t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$		%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$		%
Rendimento di accumulo	$\eta_{W,s}$		%

Accumulo centralizzato

Ambiente			
Dispersione	k_{boll}		W_t/K
Rendimento termico	$\eta_{W,s}$		%
Temperatura media accumulo	$\theta_{W,s,avg}$		°C

Temperatura media ambiente	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
$\theta_{W,s,a}$ [°C]												

Ricircolo

Metodo di calcolo			
Rendimento termico	$\eta_{W,ric}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari	$Q_{W,ric,aux}$		kWh_{el}
Temperatura media	$\theta_{W,ric,avg}$		°C

Distribuzione primaria

Metodo di calcolo			
Rendimento termico	$\eta_{W,dp}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari	$Q_{W,dp,aux}$		kWh_{el}
Temperatura media	$\theta_{W,dp,avg}$		°C

Generazione

Configurazione centrale termica	*Generatori singoli / multipli*
Modalità di funzionamento	*Contemporaneo / alternato*
Con priorità	*Sì / no*

Generatore n - Tipologia di generatore

Dati generali			
Numero			
Tipologia			
Tipologia di pompa di calore			
Metodo di calcolo			
Marca / serie / modello			
Potenza utile nominale	Φ_n		kW_t
Modalità di funzionamento ACS			
Immagine			
Dati per pompa di calore (condizioni nominali)			
Coefficiente di prestazione	COP o GUE		-
Potenza utile	P_u		kW_t
Temperatura sorgente fredda	θ_f		°C
Temperatura sorgente calda	θ_c		°C
Dati per cogeneratore (condizioni nominali)			
Potenza termica	Φ_{ter}		kW_t
Potenza elettrica	Φ_{el}		kW_{el}
Rendimento termico	η_{ter}		%
Rendimento elettrico	η_{el}		%
Fattore di allocazione termico	a_q		-
Fattore di allocazione elettrico	a_w		-
Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen}$		%
Fabbisogno elettrico ausiliari	$Q_{W,gen,aux}$		kWh_{el}
Vettore energetico			
Tipologia			
Potere calorifico inferiore	PCI		kWh_t/UM
Costo	c		€/UM
Fattore di emissione CO_2	f_{CO2}		kg/kWh_p
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-
Fattori di conversione in energia primaria (energia esportata da cogenerazione)			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-
Temperatura media			
Potenza scambiatore	Φ_{sc}		kW_t
Salto termico di progetto	$\Delta\theta_{des}$		°C
Portata di progetto	V_{des}		kg/h
Temperatura media	$\theta_{W,gen,avg}$		°C

Integrazione generatore n - Tipologia di integrazione

Tipologia			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen}$		%
Vettore energetico			
Vettore energetico			
Potere calorifico inferiore	PCI		kWh_t/UM
Costo	c		€/UM
Fattore di emissione CO_2	f_{CO2}		kg/kWh_p
Fattori di conversione in energia primaria			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di preriscaldamento solare	$Q_{W,sol,dis,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di preriscaldamento solare	$Q_{W,sol,s,in}$		kWh_t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$		kWh_t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$		kWh_t
Contributo netto del solare termico (energia consegnata)	$Q_{W,sol,out,net}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$		kWh_t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia consegnata)	$Q_{W,gen,in}$		$kWh_{t/el}$
Fabbisogno in uscita dalla generazione (energia prodotta)	$Q_{W,gen,out}$		kWh_t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,out,RES}$		kWh_t
Fabbisogni elettrici			
Ausiliari ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$		kWh_{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$		kWh_{el}
Energia elettrica assorbita dalla generazione	$Q_{W,gen,in,el}$		kWh_{el}
Fabbisogno elettrico complessivo (generazione ed ausiliari)	$Q_{W,el}$		kWh_{el}
Energia elettrica prodotta dal fotovoltaico (energia consegnata)	$Q_{W,PV,out}$		kWh_{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$		kWh_{el}
Eccedenza del fotovoltaico (energia esportata)	$Q_{W,PV,surplus}$		kWh_{el}
Energia elettrica prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$		kWh_{el}
Eccedenza della cogenerazione (energia esportata)	$Q_{W,CG,surplus}$		kWh_{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$		kWh_{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (energia elettrica da rete)	$Q_{W,el,eff}$		kWh_{el}
Energia primaria			
Rinnovabile	$E_{W,p,ren}$		kWh_p
Non rinnovabile	$E_{W,p,nren}$		kWh_p
Totale	$E_{W,p,tot}$		kWh_p

Riepilogo rendimenti

Rendimenti termici			
Erogazione	$\eta_{W,er}$		%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$		%
Accumulo	$\eta_{W,s}$		%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$		%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$		%
Generazione	$\eta_{W,gen,t}$		%
Globale medio stagionale	$\eta_{W,g,t}$		%
Efficienze			
Generazione	$\eta_{W,gen}$		**%**
Globale media stagionale	$\eta_{W,g}$		**%**
Valore limite	$\eta_{W,g,lim}$		**%**

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

Si riportano nel seguito i principali risultati del calcolo caratterizzanti lo stato di fatto. In particolare si riassumono i consumi, la spesa, gli indici di prestazione termica ed energetica, la classe energetica, i rendimenti ed altri parametri, quali quota rinnovabile ed emissioni.

Consumi ed energia consegnata

Combustibile n / Teleriscaldamento									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	E	UM	E_{del} [kWh_t]	E_{exp} [kWh_{el}]	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	S [€]	Em_{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)									
Acqua calda sanitaria (W)									
Globale (gl)									

Energia elettrica da rete									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	E	UM	E_{del} [kWh_{el}]	E_{exp} [kWh_{el}]	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	S [€]	Em_{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)				-					
Acqua calda sanitaria (W)				-					
Raffrescamento (C)				-					
Ventilazione (V)				-					
Illuminazione (L)				-					
Trasporto (T)				-					
Globale (gl)				-					

Solare termico									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	E	UM	E_{del} [kWh_t]	E_{exp} [kWh_{el}]	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	S [€]	Em_{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	-	-		-				-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-		-				-	-
Globale (gl)	-	-		-				-	-

Solare fotovoltaico									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	E	UM	E_{del} [kWh_{el}]	E_{exp} [kWh_{el}]	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	S [€]	Em_{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	-	-						-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-						-	-
Raffrescamento (C)	-	-						-	-
Ventilazione (V)	-	-						-	-
Illuminazione (L)	-	-						-	-
Trasporto (T)	-	-						-	-
Globale (gl)	-	-						-	-

Ambiente esterno (pompa di calore)									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	E	UM	E_{del} [kWh_t]	E_{exp} [kWh_{el}]	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	S [€]	Em_{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	-	-		-				-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-		-				-	-
Raffrescamento (C)	-	-		-				-	-
Globale (gl)	-	-		-				-	-

Spese

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	
Acqua calda sanitaria (W)	
Raffrescamento (C)	
Ventilazione (V)	
Illuminazione (L)	
Trasporto (T)	
Globale (gl)	

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Rendimenti termici	
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**
Emissione (η_{em})	
Regolazione (η_{reg})	
Distribuzione di utenza (η_{du})	
Accumulo (η_{s})	
Distribuzione primaria (η_{dp})	
Generazione ($\eta_{gen,t}$)	
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)	
Efficienze	
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**
Generazione (η_{gen})	
Globale media stagionale (η_{g})	

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	
Rendimenti termici	
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**
Distribuzione primaria (η_{dp})	
Generazione ($\eta_{gen,t}$)	
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)	
Efficienze	
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**
Generazione (η_{gen})	
Globale media stagionale (η_{g})	

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
Rendimenti termici		
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**	**Valore limite [-]**
Generazione ($\eta_{gen,t}$)		-
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)		-
Efficienze		
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**	**Valore limite [-]**
Generazione (η_{gen})		-
Globale media stagionale (η_{g})		

Acqua calda sanitaria (W)		
Rendimenti termici		
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**	**Valore limite [-]**
Emissione (η_{em})		-
Regolazione (η_{reg})		-
Distribuzione di utenza (η_{du})		-
Accumulo (η_{s})		-
Ricircolo (η_{ric})		-
Distribuzione primaria (η_{dp})		-
Generazione ($\eta_{gen,t}$)		-
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)		-
Efficienze		
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**	**Valore limite [-]**
Generazione (η_{gen})		-
Globale media stagionale (η_{g})		

Raffrescamento (C)		
Rendimenti termici		
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**	**Valore limite [-]**
Emissione (η_{em})		-
Regolazione (η_{reg})		-
Distribuzione di utenza (η_{du})		-
Accumulo (η_{s})		-
Distribuzione primaria (η_{dp})		-
Generazione ($\eta_{gen,t}$)		-
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)		-
Efficienze		
Sottosistema	**Valore calcolato [-]**	**Valore limite [-]**
Generazione (η_{gen})		-
Globale media stagionale (η_{g})		

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. Le efficienze sono invece date dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dal sottosistema considerato (generazione o intero impianto) ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	$Q_{nd,rif}$ [kWh_t]	EP_{nd} [kWh_t/m^2]	$EP_{nd,limite}$ [kWh_t/m^2]
Riscaldamento (H)			
Raffrescamento (C)			

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	EP_{ren} [kWh_p/m^2]	EP_{nren} [kWh_p/m^2]	EP_{tot} [kWh_p/m^2]	$EP_{tot,limite}$ [kWh_p/m^2]
Riscaldamento (H)							-
Acqua calda sanitaria (W)							-
Raffrescamento (C)							-
Ventilazione (V)							-
Illuminazione (L)							-
Trasporto (T)							-
Globale (gl)							

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)

Quota rinnovabile

Servizio	QR [%]	Valore minimo [%]		
		1° fase (31.05.12 - 31.12.13)	2° fase (01.01.14 - 31.12.16)	3° fase (dal 01.01.17)
Riscaldamento (H)		-		
Acqua calda sanitaria (W)		***50***		
Raffrescamento (C)		-		
Globale (H + W + C)		***20***	***35***	***50***
Ventilazione (V)		-		
Illuminazione (L)		-		
Trasporto (T)		-		
Globale (gl)		-		

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Em_{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	
Acqua calda sanitaria (W)	
Raffrescamento (C)	
Ventilazione (V)	
Illuminazione (L)	
Trasporto (T)	
Globale (gl)	

Legenda dei simboli:	
E	Consumo
E_{del}	Energia consegnata
E_{exp}	Energia elettrica esportata
$E_{p,ren}$	Energia primaria rinnovabile
$E_{p,nren}$	Energia primaria non rinnovabile
$E_{p,tot}$	Energia primaria totale
Em_{CO2}	Emissioni di CO_2
EP_{nd}	Indice di prestazione termica
EP_{rin}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP_{nrin}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP_{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η	Efficienza
$Q_{nd,rif}$	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente. Il confronto, effettuato, su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto, in merito agli impianti centralizzati, al seguente esito.

5.x Stagione n

5.x.1 Consumi annui

Dati climatici

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]												
$H_{or,di}$ [W/m²]												
$H_{or,dif}$ [W/m²]												

Legenda dei simboli:	
θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,diff}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio		Data di fine	

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]												
$\theta_{est,risc}$ [°C]												

Stagione di raffrescamento

Data di inizio		Data di fine	

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{raff} [g]												
$\theta_{est,raff}$ [°C]												

Consumi e validazione (per ogni vettore energetico)

Vettore energetico	

Servizio	Co_{calc} [UM]	Co_{reale} [UM]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [UM]	Δ [%]
Riscaldamento (H)					
Acqua calda sanitaria (W)					
Raffrescamento (C)					
Ventilazione (V)					
Illuminazione (I)					
Trasporto (T)					
Globale (Gl)					

Legenda dei simboli:

Co_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

5.x.2 Firme energetiche

Contatore n - Vettore energetico

Contatore		**Unità di misura**	
Vettore energetico		**Servizi**	

Riscaldamento (potenza sulle 24 h / media)

Firma energetica

Legenda:
Firma energetica calcolata
Firma energetica reale

Firma energetica CALCOLATA

Mese	Codice mese	giorni [g]	θ_e [°C]	g_{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	Co_H [UM]	$\Phi_{H,del}$ [$kW_{t/el}$]
Gennaio							
Febbraio							
Marzo							
Aprile							
Maggio							
Giugno							
Luglio							
Agosto							
Settembre							
Ottobre							
Novembre							
Dicembre							
TOTALE	-		-		-		-

Firma energetica REALE

Mese	Codice periodo	giorni [g]	θ_e [°C]	g_{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	Co_H [UM]	$\Phi_{H,del}$ [$kW_{t/el}$]
Periodo 1							
Periodo 2							
Periodo n							
... ...							
TOTALE	-		-		-		-

Firma energetica CALCOLATA							
Mese	**Codice mese**	**giorni [g]**	**θ_e [°C]**	**g_{raff} [g]**	**$\theta_{e,raff}$ [°C]**	**C_{OC} [UM]**	**$\Phi_{C,del}$ [$kW_{t/el}$]**
Gennaio							
Febbraio							
Marzo							
Aprile							
Maggio							
Giugno							
Luglio							
Agosto							
Settembre							
Ottobre							
Novembre							
Dicembre							
TOTALE	-		-		-		-

Firma energetica REALE							
Mese	**Codice periodo**	**giorni [g]**	**θ_e [°C]**	**g_{raff} [g]**	**$\theta_{e,raff}$ [°C]**	**C_{OC} [UM]**	**$\Phi_{C,del}$ [$kW_{t/el}$]**
Periodo 1							
Periodo 2							
Periodo n							
… …							
TOTALE	-		-		-		-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

Mesi	***Firma energetica CALCOLATA*** **Codice Mesi**	**g [g]**	**θ_e [°C]**	**C_{ONHC} [UM]**	**$\Phi_{NHC,del}$ [$kW_{t/el}$]**
gennaio					
febbraio					
marzo					
aprile					
maggio					
giugno					
luglio					
agosto					
settembre					
ottobre					
novembre					
dicembre					
TOTALE			-		-

Periodo	***Firma energetica reale*** **Codice Periodo**	**g [g]**	**θ_e [°C]**	**C_{ONHC} [UM]**	**$\Phi_{NHC,del}$ [$kW_{t/el}$]**
Periodo 1					
Periodo 2					
Periodo n					
… …					
TOTALE			-		-

Firma energetica calcolata					
Mesi	**Codice Mesi**	**g [g]**	**θe [°C]**	**Co_{GL} [kWh]**	**$\Phi_{GL,del}$ [$kW_{t/el}$]**
gennaio					
febbraio					
marzo					
aprile					
maggio					
giugno					
luglio					
agosto					
settembre					
ottobre					
novembre					
dicembre					
			-		-

Firma energetica reale					
Periodo	**Codice Periodo**	**g [g]**	**θe [°C]**	**Co_{GL} [kWh]**	**$\Phi_{GL,del}$ [$kW_{t/el}$]**
Periodo 1					
Periodo 2					
Periodo n					
... ...					
TOTALE			-		-

Legenda dei simboli:

g	Giorni effettivi del periodo
θ_e	Temperatura esterna media del periodo
g_{risc}	Giorni di riscaldamento del periodo
g_{raffr}	Giorni di raffrescamento del periodo
$\theta_{e,risc}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di riscaldamento
$\theta_{e,raff}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di raffrescamento
Φ_{del}	Potenza consegnata del periodo

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

H	Riscaldamento
C	Raffrescamento
HC	Sia riscaldamento che raffrescamento
NH	Non riscaldamento
NC	Non raffrescamento
NHC	Né riscaldamento né raffrescamento

5.x Stagione media

5.x.1 Consumi annui

Dati climatici

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]												
$H_{or,di}$ [W/m²]												
$H_{or,dif}$ [W/m²]												

Legenda dei simboli:	
θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,diff}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio		Data di fine	

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]												
$\theta_{est,risc}$ [°C]												

Stagione di raffrescamento

Data di inizio		Data di fine	

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{raffr} [g]												
$\theta_{est,raffr}$ [°C]												

Consumi e validazione (per ogni vettore energetico)

Vettore energetico	

Servizio	Co_{calc} [UM]	Co_{reale} [UM]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [UM]	Δ [%]
Riscaldamento (H)					
Acqua calda sanitaria (W)					
Raffrescamento (C)					
Ventilazione (V)					
Illuminazione (I)					
Trasporto (T)					
Globale (Gl)					

Legenda dei simboli:
Co_{calc} Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale} Consumo reale (effettivo)
F_{agg} Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$ Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ Scostamento consumo

6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

Gli interventi di riqualificazione energetica possono essere, in generale distinti, in differenti categorie principali (prospetto 2), da considerarsi in ordine logico di priorità. In particolare, gli interventi relativi alla termoregolazione ed alla contabilizzazione dovrebbero essere anteposti a tutti gli altri in quanto tali da predisporre l'edificio ad accogliere le ulteriori opere.

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

Categoria di intervento	Tipologia	Beneficio
Interventi sul fabbricato	Cappotto interno, cappotto esterno, insufflaggio, isolamento coperture orizzontali, isolamento cassonetti, sostituzione serramenti, sostituzione solo vetro	Riduzione trasmittanze termiche (W_t/m^2K)
Interventi sui circuiti di utenza	Sostituzione dei terminali di emissione, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di sistemi di contabilizzazione	Aumento dei rendimenti di emissione o regolazione, riduzione della temperatura media dell'impianto, riduzione del fabbisogno in ingresso alla regolazione (fattore di contabilizzazione)
Interventi sul sottosistema di generazione ed adozione di fonti rinnovabili	Installazione di collettori solari	Riduzione del fabbisogno in uscita dalla generazione ($Q_{gen,out}$)
	Sostituzione del generatore con generatori multipli o sistemi più efficienti	Miglioramento del rendimento di generazione ed incremento della quota rinnovabile
	Installazione di moduli fotovoltaici	Riduzione del prelievo di energia elettrica dalla rete

Nel caso considerato si sono simulati i seguenti scenari di risparmio energetico, ciascuno articolato in più interventi (i singoli scenari ed interventi sono descritti nel dettaglio nei capitoli successivi):

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh_p/m^2anno]	Classe energetica
1	*Scenario 1*					
2	*Scenario 2*					
...	*... ...*					
n	*Scenario n*					

Legenda:	
C	Costo stimato
ΔS_{gl}	Risparmio economico (variazione spesa globale annua)
t_r	Tempo di ritorno semplice
$\Delta EP_{gl,nren}$	Risparmio energetico (variazione indice di prestazione energetica globale non rinnovabile)

6.x Scenario n

Dati generali

Numero			
Descrizione			
Costo stimato	C		€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}		€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r		anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$		kWh_p/m^2anno
Classe energetica raggiungibile			

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	*Intervento 1*	
2	*Intervento 2*	
…	*… …*	
n	*Intervento n*	

6.x.x Intervento n (componenti opachi)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice			
Descrizione			
Tipo			
Tipologia di copertura			
Spessore intercapedine	s_{interc}		mm
Esposizioni considerate			
Superficie di calcolo	S_{calc}		m^2

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	s_{tot}		mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}		W_t/m^2K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$		W_t/m^2K
Valore limite	$U_{media,lim}$		W_t/m^2K

Intervento

Isolante			
Tipologia			
Conduttività	λ		W_t/mK
Spessore	s		mm

Ponti termici			
Ponte termico esistente	**Ψ [W_t/mK]**	**Nuovo ponte termico**	**Ψ [W_t/mK]**
Ponte termico esistente 1		*Nuovo ponte termico 1*	
Ponte termico esistente 2		*Nuovo ponte termico 2*	
Ponte termico esistente n		*Nuovo ponte termico n*	

Risultati intervento			
Spessore totale	s_{tot}		mm
Trasmittanza finale	U_{fin}		W_t/m^2K
Percentuale di superficie isolata	p_{is}		%
Trasmittanza finale effettiva	$U_{fin,eff}$		W_t/m^2K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$		W_t/m^2K
Valore limite	$U_{media,lim}$		W_t/m^2K

6.x.x Intervento n (componenti finestrati)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice			
Descrizione			
Tipo			
Esposizioni considerate			
Superficie di calcolo	S_{calc}		m^2

Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	$U_{g,in}$		W_t/m^2K
Trasmittanza iniziale serramento	$U_{w,in}$		W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$		W_t/m^2K

Intervento

Dati intervento		
Tipologia di vetro		
k telaio		W_t/m^2K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)		

Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	$U_{g,fin}$		W_t/m^2K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$		W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$		W_t/m^2K

6.x.x Intervento n (sostituzione terminali di emissione)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Descrizione sintetica intervento

L'intervento di sostituzione dei terminali di emissione consente sia di migliorare il rendimento del sottosistema di emissione sia di ridurre la temperatura media dell'impianto permettendo così, nel contempo, di predisporre l'impianto a nuove tecnologie ed innovazioni (es. installazione della termoregolazione o adozione di pompe di calore).

Intervento

Emissione			
Tipologia di emissione			
Rendimento di emissione	$\eta_{H,idr,em}$		%
Regolazione			
Tipologia di regolazione			
Caratteristiche regolazione			
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$		%
Tipologia di circuito			
Immagine circuito			

6.x.x Intervento n (installazione termoregolazione)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

Regolazione			
Tipologia di regolazione			
Caratteristiche			
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$		%
Costo specifico	c		€/cad
Numero di corpi scaldanti	n		-

Distribuzione di utenza			
Potenza elettrica ausiliari	$\Phi_{H,du,aux}$		W_{el}
Sempre in funzione	*Sì / no*		
Velocità variabile	*Sì / no*		

6.x.x Intervento n (installazione contabilizzazione)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Descrizione sintetica intervento

L'intervento di contabilizzazione, abbinato a quello di termoregolazione, è tale da comportare una riduzione del fabbisogno, stimabile, secondo quanto emerso nella pratica, nonché regolamentato dalla normativa (UNI/TS 11300-2), attraverso un fattore riduttivo (il cosiddetto "fattore di contabilizzazione") pari a 0,9.

Descrizione circuito n

Fabbisogno effettivo	$Q_{H,reg,in}$		kWh_t
Fattore di contabilizzazione	f_{cont}		-
Fabbisogno effettivo corretto	$Q_{H,reg,in,cont}$		kWh_t
Costo specifico	c		€/cad
Numero di dispositivi	n		-

6.x.x Intervento n (installazione collettori solari)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Intervento

Esposizione			
Orientamento	γ		°
Inclinazione	β		°
Riflettanza	ρ		

Collettori solari			
Tipologia			
Coefficiente di perdita lineare	a_1		W_t/m^2K
Coefficiente di perdita quadratico	a_2		W_t/m^2K^2
Rendimento a perdite nulle	η_0		-
Coefficiente angolo di incidenza	IAM		-
Superficie di apertura del singolo collettore	S		m^2
Numero di collettori	n		

Producibilità note												
Contributo netto per ACS	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
$Q_{W,sol,out,net}$ [kWh_t]												

Accumulo impianto solare			
Dispersione termica	$k_{W,sol,boll}$		W_t/K
Volume nominale	V_n		litri
Temperatura media	θ_s		°C

6.x.x Intervento n (sostituzione generatore)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Intervento

Configurazione centrale termica	
Modalità di funzionamento	
Con priorità	

Generatore n - Tipologia di generatore

Caratteristiche caldaia			
Tipologia			
Potenza utile nominale	Φ_n		kW_t
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$		°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$		%
Generatore monostadio			
Installazione all'esterno			
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r		°C
Rendimento di generazione	η_{gen}		%

Caratteristiche pompa di calore			
Tipologia			
Modalità di funzionamento			
Sorgente fredda			
Sorgente calda			
Temperatura di funzionamento (cut-off)	θ_{min}		°C

Prestazioni pompa di calore			
Coefficiente di prestazione	COP o GUE		-
Potenza utile	Φ_u		kW_t
Potenza assorbita	Φ_{ass}		kW_t
Temperatura sorgente fredda	θ_f		°C
Temperatura sorgente calda	θ_c		°C
Temperatura del generatore	$\theta_{gen,in}$		°C

Coefficienti correttivi pompa di calore											
Fattore di correzione					C_c						-
Fattore di correzione					C_d						-
CR [-]	**0,0**	**0,1**	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
C_d [-]											
F_c [-]											

Caratteristiche generatore a biomasse			
Fluido termovettore			
Tipologia			
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$		kW_t
Potenza utile a carico ridotto	$\Phi_{gn,Pint}$		kW_t
Potenza di progetto	Φ_{des}		kW_t
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$		%
Installazione all'esterno			
Temperatura media > 65 °V			
Chiusura aria comburente all'arresto			
Camino altezza > 10 m			
Generatore monostadio			
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r		°C
Fattore di sovradimensionamento	f		-
Rendimento di generazione	η_{gen}		%

Rendimento stagionale ACS (UNI/TS 11300)			
Tipologia di generatore			
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$		kW_t
Rendimento stagionale	$\eta_{W,gn}$		%

Rendimento mensile noto ACS			
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$		kW_t

Rendimento mensile noto	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
$\eta_{W,gn}$ **[%]**												

Vettore energetico			
Tipologia			
Potere calorifico inferiore	PCI		kWh_t/UM
Costo	c		€/UM
Fattore di emissione CO_2	f_{CO2}		kg/kWh_p

Fattori di conversione in energia primaria			
Rinnovabile	$f_{p,ren}$		-
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$		-
Totale	$f_{p,tot}$		-

Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}		W_{el}
Potenza assorbita a carico nominale	$\Phi_{aux,n}$		W_{el}
Potenza assorbita a carico ridotto	$\Phi_{aux,r}$		W_{el}
Potenza assorbita a carico nullo	$\Phi_{aux,0}$		W_{el}
Sempre in funzione			

6.x.x Intervento n (installazione moduli fotovoltaici)

Dati generali

Intervento			
Tipologia			
Descrizione			
Costo stimato	C		€

Intervento

Esposizione			
Orientamento	γ		°
Inclinazione	β		°
Riflettanza	ρ		-

Moduli fotovoltaici			
Potenza di picco complessiva	$\Phi_{PV,tot}$		W_{el}
Fattore di efficienza dell’impianto	f_{PV}		-

Producibilità note

Contributo netto mensile	**Gen**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
$Q_{PV,out,net}$ [kWh_{el}]												

6.x.x Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni attese, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

***Consumi* (E)**

Combustibile n [UM]			
Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Globale (gl)			

Teleriscaldamento [kWh$_t$]			
Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Globale (gl)			

Energia elettrica da rete [kWh$_{el}$]			
Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

***Spese* (S) [€]**

Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	

***Rendimenti** (η) [%]*

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Rendimenti termici			
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Emissione (η_{em})			
Regolazione (η_{reg})			
Distribuzione di utenza (η_{du})			
Accumulo (η_{s})			
Distribuzione primaria (η_{dp})			
Generazione ($\eta_{gen,t}$)			
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)			
Efficienze			
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Emissione (η_{em})			
Regolazione (η_{reg})			
Distribuzione di utenza (η_{du})			
Accumulo (η_{s})			
Distribuzione primaria (η_{dp})			
Generazione (η_{gen})			
Globale media stagionale (η_{g})			

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})			
Rendimenti termici			
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Distribuzione primaria (η_{dp})			
Generazione ($\eta_{gen,t}$)			
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)			
Efficienze			
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Generazione (η_{gen})			
Globale media stagionale (η_{g})			

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)				
Rendimenti termici				
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**	**Valore limite**
Generazione ($\eta_{gen,t}$)				-
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)				-
Efficienze				
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**	**Valore limite**
Generazione (η_{gen})				-
Globale media stagionale (η_{g})				

Acqua calda sanitaria (W)				
Rendimenti termici				
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**	**Valore limite**
Emissione (η_{em})				-
Regolazione (η_{reg})				-
Distribuzione di utenza (η_{du})				-
Accumulo (η_{s})				-
Ricircolo (η_{ric})				-
Distribuzione primaria (η_{dp})				-
Generazione ($\eta_{gen,t}$)				-
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)				-
Efficienze				
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**	**Valore limite**
Generazione ($\eta_{gen,t}$)				-
Globale media stagionale ($\eta_{g,t}$)				

Raffrescamento (C)				
Rendimenti termici				
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**	**Valore limite**
Emissione (η_{em})				-
Regolazione (η_{reg})				-
Distribuzione di utenza (η_{du})				-
Accumulo (η_{s})				-
Distribuzione primaria (η_{dp})				-
Generazione ($\eta_{gen,t}$)				-
Globale medio stagionale ($\eta_{g,t}$)				-
Efficienze				
Sottosistema	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**	**Valore limite**
Generazione (η_{gen})				-
Globale media stagionale (η_{g})				

***Indici di prestazione termica del fabbricato* (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]**

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)				
Raffrescamento (C)				

***Indici di prestazione energetica dell'edificio* (EP) [kWh_p/m^2]**

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Totale (EP_{tot})			
Servizio	**Stato di fatto**	**Scenario**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

***Classe energetica* ($EP_{gl,nren}$)**

Stato di fatto	Scenario

***Quota rinnovabile* (QR) [%]**

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)				-
Acqua calda sanitaria (W)				***50***
Raffrescamento (C)				-
Globale (H + C + W)				***20 / 35 / 50***
Ventilazione (V)				-
Illuminazione (L)				-
Trasporto (T)				-
Globale (gl)				-
Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti: *• 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);* *• 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);* *• 3° fase (dal 01.01.17).*				

***Emissioni* (Em_{CO2}) [kg]**

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Legenda dei simboli:	
E	Consumo
Em	Emissioni
EP_{nd}	Indice di prestazione termica
EP_{rin}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP_{nrin}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP_{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η	Rendimento
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

Combustibile n
(Istogramma)

Sevizio	**E_{in} [UM]**	**E_{fin} [UM]**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Globale (gl)			

Teleriscaldamento
(Istogramma)

Sevizio	**E_{in} [kWh_t]**	**E_{fin} [kWh_t]**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Globale (gl)			

Energia elettrica da rete
(Istogramma)

Sevizio	**E_{in} [kWh_{el}]**	**E_{fin} [kWh_{el}]**	**Δ [%]**
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Consumi di energia primaria

Rinnovabile
(Istogramma)

Sevizio	$E_{p,ren,in}$ [kWh$_p$]	$E_{p,ren,fin}$ [kWh$_p$]	Δ [%]
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Non rinnovabile
(Istogramma)

Sevizio	$E_{p,nren,in}$ [kWh$_p$]	$E_{p,nren,fin}$ [kWh$_p$]	Δ [%]
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Totale
(Istogramma)

Sevizio	$E_{p,tot,in}$ [kWh$_p$]	$E_{p,tot,fin}$ [kWh$_p$]	Δ [%]
Riscaldamento (H)			
Acqua calda sanitaria (W)			
Raffrescamento (C)			
Ventilazione (V)			
Illuminazione (L)			
Trasporto (T)			
Globale (gl)			

Suddivisione dell’energia primaria globale per servizio

Rinnovabile	
Stato di fatto	***Scenario***
(Diagramma a torta)	*(Diagramma a torta)*

Servizio	**Stato di fato**		**Scenario**	
	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	**%**	**$E_{p,ren}$ [kWh_p]**	**%**
Riscaldamento (H)				
Acqua calda sanitaria (W)				
Raffrescamento (C)				
Ventilazione (V)				
Illuminazione (L)				
Trasporto (T)				
Globale (gl)				

Non rinnovabile	
Stato di fatto	***Scenario***
(Diagramma a torta)	*(Diagramma a torta)*

Servizio	**Stato di fato**		**Scenario**	
	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	**%**	**$E_{p,nren}$ [kWh_p]**	**%**
Riscaldamento (H)				
Acqua calda sanitaria (W)				
Raffrescamento (C)				
Ventilazione (V)				
Illuminazione (L)				
Trasporto (T)				
Globale (gl)				

Totale	
Stato di fatto	***Scenario***
(Diagramma a torta)	*(Diagramma a torta)*

Servizio	**Stato di fato**		**Scenario**	
	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	**%**	**$E_{p,nren}$ [kWh_p]**	**%**
Riscaldamento (H)				
Acqua calda sanitaria (W)				
Raffrescamento (C)				
Ventilazione (V)				
Illuminazione (L)				
Trasporto (T)				
Globale (gl)				

Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico

Rinnovabile	
Stato di fatto	***Scenario***
(Diagramma a torta)	*(Diagramma a torta)*

Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	%	$E_{p,ren}$ [kWh_p]	%
Combustibile n (codice)				
Teleriscaldamento (T)				
Energia elettrica da rete (EE)				
Solare termico (ST)				
Solare fotovoltaico (SF)				
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)				
Totale				

Non rinnovabile	
Stato di fatto	***Scenario***
(Diagramma a torta)	*(Diagramma a torta)*

Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	%	$E_{p,nren}$ [kWh_p]	%
Combustibile n (codice)				
Teleriscaldamento (T)				
Energia elettrica da rete (EE)				
Solare termico (ST)				
Solare fotovoltaico (SF)				
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)				
Totale				

Totale	
Stato di fatto	***Scenario***
(Diagramma a torta)	*(Diagramma a torta)*

Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	%	$E_{p,tot}$ [kWh_p]	%
Combustibile n (codice)				
Teleriscaldamento (T)				
Energia elettrica da rete (EE)				
Solare termico (ST)				
Solare fotovoltaico (SF)				
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)				
Totale				

***Firma energetica invernale* (potenza sulle 24 h / media)**

Firma energetica

Legenda:
Stato di fatto
Scenario

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [$kWh_{t/el}$]	$\Phi_{H,gen,in}$ [$kW_{t/el}$]	Scenario g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [$kWh_{t/el}$]	$\Phi_{H,gen,in}$ [$kW_{t/el}$]
gennaio							
febbraio							
marzo							
aprile							
maggio							
giugno							
luglio							
agosto							
settembre							
ottobre							
novembre							
dicembre							
TOTALE				-			-

***Firma energetica estiva* (potenza sulle 24 h / media)**

Legenda:
Stato di fatto
Scenario

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [$kWh_{t/el}$]	$\Phi_{C,gen,in}$ [$kW_{t/el}$]	Scenario g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [$kWh_{t/el}$]	$\Phi_{C,gen,in}$ [$kW_{t/el}$]
gennaio							
febbraio							
marzo							
aprile							
maggio							
giugno							
luglio							
agosto							
settembre							
ottobre							
novembre							
dicembre							
				-			-

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459, prevede la valutazione dei seguenti flussi di cassa:

- costi iniziali (dovuti a componenti impiantistici, componenti edili, materiali edili ed attività);
- costi in esercizio (costi periodici di manutenzione, costi una tantum di sostituzione, costi finali di smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo dei componenti, ricavi da detrazioni periodiche, altri ricavi periodici, altri ricavi una tantum).

Ogni flusso di cassa deve essere attualizzato all'anno zero (anno di esecuzione dell'investimento). Scopo dell'analisi è, una volta prefissato un determinato periodo di calcolo (tipicamente inferiore o uguale alla vita media dei componenti in gioco), determinare il valore attuale netto dell'operazione (VAN). A VAN positivi corrispondono interventi efficienti sotto il profilo dei costi. Viceversa, ove il VAN sia negativo, l'intervento è da considerarsi non efficiente.

Si riporta di seguito un riepilogo degli scenari creati ed i rispettivi parametri economici connotanti, per ciascuno di essi, l'analisi condotta.

Riepilogo scenari

N°	Scenario	$C_{in,tot}$ [€]	t_{calc} [anni]	VAN_{op} [€]
1	*Scenario 1*			
2	*Scenario 2*			
…	*… …*			
n	*Scenario n*			

Legenda:	
$C_{in,tot}$	Costo totale iniziale
t_{calc}	Periodo di calcolo considerato
VAN_{op}	Valore attuale netto dell'operazione

7.x Scenario n

7.x.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R		%
Tasso di inflazione	R_i		%
Tasso di interesse reale	R_r		%
Durata del calcolo	t_{calc}		Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p_{det}		%
Numero di rate	$n_{rate,det}$		-

7.x.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t_{vita} [anni]	UM	c_{in} [€/UM]	Qta [UM]	C_{in} [€]	Detraibile
Componente 1						*Sì/no*
Componente 2						*Sì/no*
Componente n						*Sì/no*

Legenda:	
t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
c_{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Qta	Quantità del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

7.x.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t_{vita} [anni]	C_{in} [€]	p_{man} [%]	C_{man} [€]	t_{man} [anni]	$f_{pv,man}$ [-]	$C_{man,att}$ [€]
Componente 1							
Componente 2							
Componente n							

Legenda:	
t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C_{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t_{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
$t_{pv,man}$	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
$C_{man,att}$	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	UM	c_{sost} [€/UM]	C_{sost} [€]	$C_{sost,att}$ [€]	$C_{smal,sost,att}$ [€]
Componente 1							
Componente 2							
Componente n							

Dettagli sostituzioni

Componente 1			
Sostituzione	$t_{sost,k}$ [anno]	$R_{d,sost,k}$ [%]	$C_{sost,att,k}$ [€]
Sostituzione 1			
Sostituzione 2			
Sostituzione n			

Componente 2			
Sostituzione	$t_{sost,k}$ [anno]	$R_{d,sost,k}$ [%]	$C_{sost,att,k}$ [€]
Sostituzione 1			
Sostituzione 2			
Sostituzione n			

Componente n			
Sostituzione	$t_{sost,k}$ [anno]	$R_{d,sost,k}$ [%]	$C_{sost,att,k}$ [€]
Sostituzione 1			
Sostituzione 2			
Sostituzione n			

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
c_{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C_{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
$t_{sost,k}$	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
$R_{d,sost,k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att,k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente
$C_{smal,sost,att}$	Costo di smaltimento attualizzato

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Componente 1									
Componente 2									
Componente n									

Legenda:	
t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t_{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C_{in}	Costo totale inziale del singolo componente
p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,smal}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{smal,att}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

Altri costi periodici

Costo periodico	C_{per} [€]	$t_{c,per}$ [anni]	$f_{pv,c,per}$ [%]	$C_{per,att}$ [€]
Costo periodico 1				
Costo periodico 2				
Costo periodico n				

Legenda:	
C_{per}	Importo nominale del singolo costo periodico
$t_{c,per}$	Annualità considerate per il singolo costo periodico ($\leq t_{calc}$)
$f_{pv,c,per}$	Tasso di capitalizzazione del singolo costo periodico
$C_{per,att}$	Importo totale attualizzato del singolo costo periodico

Altri costi una tantum

Costo una tantum	C_{ut} [€]	$t_{c,ut}$ [anno]	$R_{d,c,ut}$ [%]	$C_{ut,att}$ [€]
Costo una tantum 1				
Costo una tantum 2				
Costo una tantum n				

Legenda:	
C_{ut}	Importo nominale del singolo costo una tantum
$t_{c,uc}$	Anno considerato per il singolo costo una tantum ($\leq t_{calc}$)
$R_{c,ut}$	Tasso di attualizzazione del singolo costo una tantum
$C_{att,ut}$	Importo totale attualizzato del singolo costo una tantum

7.x.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento				
Acqua calda sanitaria				
Raffrescamento				
Ventilazione				
Illuminazione				
Trasporto				

Legenda:	
R_{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t_{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
$f_{pv,risp}$	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
$R_{risp,att}$	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	C_{in} [€]	t_{uso} [anni]	R_{fin} [€]	t_{fin} [anno]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Componente 1								
Componente 2								
Componente n								

Legenda:	
$t_{vita,comp}$	Durata di vita del singolo componente
$n_{sost,comp}$	Numero di sostituzioni del singolo componente
$C_{in,comp}$	Costo totale iniziale del singolo componente
$t_{uso,comp}$	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
$R_{fin,comp}$	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
$t_{fin,comp}$	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
$R_{d,fin,comp}$	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
$R_{fin,att,comp}$	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$		€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}		€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}		anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$		-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$		€

Altri ricavi periodici

Ricavo periodico	R_{per} [€]	$t_{r,per}$ [anni]	$f_{pv,r,per}$ [%]	$R_{per,att}$ [€]
Ricavo periodico 1				
Ricavo periodico 2				
Ricavo periodico n				

Legenda:	
R_{per}	Importo nominale del singolo ricavo periodico
$t_{r,per}$	Annualità considerate per il singolo ricavo periodico ($\leq t_{calc}$)
$f_{pv,r,per}$	Tasso di capitalizzazione del singolo ricavo periodico
$R_{per,att}$	Importo totale attualizzato del singolo ricavo periodico

Altri ricavi una tantum

Ricavo una tantum	R_{ut} [€]	$t_{r,ut}$ [anno]	$R_{d,r,ut}$ [%]	$R_{att,ut}$ [€]
Ricavo una tantum 1				
Ricavo una tantum 2				
Ricavo una tantum n				

Legenda:	
R_{ut}	Importo nominale del singolo costo una tantum
$t_{r,ut}$	Anno considerato per il singolo costo una tantum
$R_{d,r,ut}$	Tasso di attualizzazione del singolo costo una tantum
$R_{att,ut}$	Importo totale attualizzato del singolo costo una tantum

7.x.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	

Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$		€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$		€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$		€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}		€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}		Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$		-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}		€

Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno comparativo ("payback period" UNI EN 15459)	PB		Anni
Tempo di ritorno finanziario	$t_{r,eff}$		Anni
Tasso interno di rendimento	TIR		%
Indice di profitto	IP		-